29. Jahrgang

DER WÄRMEBEHANDLUNGSMARKT

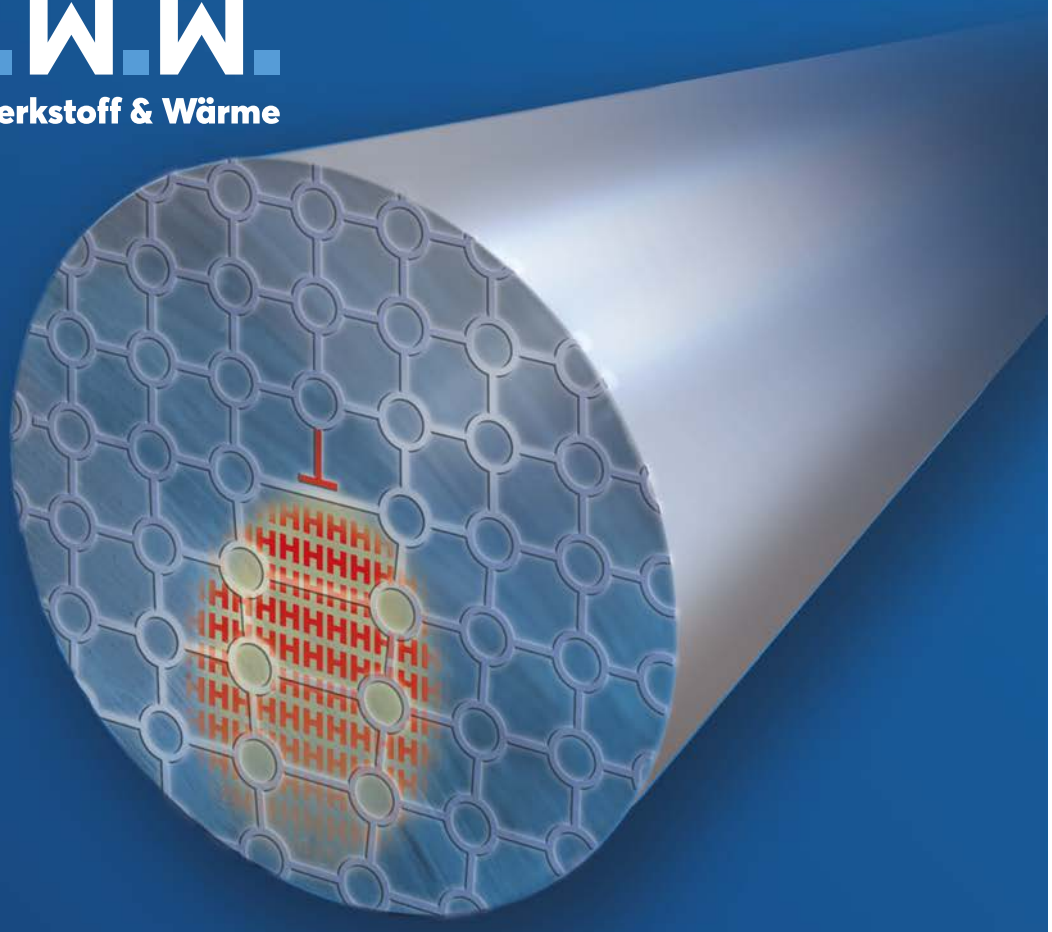
MATERIALS | TECHNOLOGIES | OFFERS

THE HEAT TREATMENT MARKET

1 | 2022

T.F.W.W.

Technologieforum Werkstoff & Wärme



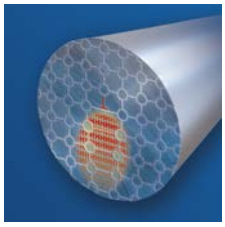
Dem Wasserstoff auf der Spur

Das T.F.W.W.-Projekt 21 wurde abgeschlossen.

Werkstofftechnik
Dr. Sommer

Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH
Dr. Sommer Materials Technology

Telefon: **+49-(0) 28 35-96 06-0**
Telefax: **+49-(0) 28 35-96 06-60**
E-mail: info@werkstofftechnik.com
Internet: www.werkstofftechnik.com



In dem nun abgeschlossenen T.F.W.W.-Projekt 21 „Dem Wasserstoff auf der Spur" wurde untersucht, welche Wärmebehandlungsprozesse zu einer Aufnahme von Wasserstoff führen und wie groß dabei die Beladung ist. Lesen Sie hierzu die InstitutsNews auf Seite 12.

https://werkstofftechnik.com/home/forschung

Nächster Marktspiegel Wärmebehandlung: Ausgabe 2 | 2022

Next Market Survey Heat Treatment Market: Issue 2 | 2022

Redaktionsschluss nächste Ausgabe 26. 03. 2022

Next issue, please order until 2022-03-26

Tel/Phone: +49 - (0)2835-9606-0 Gabriela Sommer

Impressum

Herausgeber Editor:	Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH
Kontakt und Anzeigen:	Gabriela Sommer
Contact and Adds:	Hellenthalstrasse 2, D-47661 Issum
Schriftleitung Editor in charge:	Prof. Dr. Peter Sommer
Druck Printing:	PRINT.POINT GmbH & Co.KG
Layout:	Elmar van Treeck · Geldern
ISSN:	09 43 - 80 25

Noch immer kein Ende der Ungewissheiten

Sehr geehrte Leserinnen und Leser!

Als ich diese Zeilen formuliert habe, habe ich mir die Ausgabe 1/2021 nochmal angesehen. Eigentlich könnte ich die einleitenden Worte exakt übernehmen, denn die Corona-Pandemie ist noch immer das beherrschende Thema in der Wirtschaft und im privaten Leben. Ende und Ausgang sind ungewiss.

Aber zuerst, wie seit nunmehr 29 Jahren, wünsche ich Ihnen beruflich und persönlich alles Gute und bedanke mich für Ihre Treue zu unserem kleinen fachlichen und informativen Einblick in die Welt der Werkstoffe und Wärmebehandlung.

Noch ist völlig unklar, ob und in welcher Form der HärtereiKongress in diesem Jahr durchgeführt werden kann. Der traditionelle Termin jeweils im vierten Quartal fällt zusammen mit der witterungsbedingten Erhöhung der Inzidenzzahlen.

Nach dem Zusammenschluss der Firmen ATM und Qness wurde der Firmenname auf QATM geändert. Unter diesem Logo gab es eine beachtenswerte und hochkarätige Materialographie-Fachtagung Quality 2021. Lesen Sie dazu unsere ausführliche Information in der Rubrik Kontaktbörse.

Auch die Härterei Gerster aus Egerkingen in der Schweiz hatte Kunden und Interessenten zu einer Fachtagung eingeladen zum Thema „Härten von nichtrostenden Stählen ohne Verlust der Korrosionsbeständigkeit". Der Hauptartikel in dieser Ausgabe behandelt dieses interessante Arbeitsgebiet.

Sehr gut angenommen wird derzeit unser online-Kurs „Was der Härter über seine Arbeit wissen muss". In insgesamt 16 Lerneinheiten werden die Teilnehmer in das Gebiet der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung eingeführt. Jeder Teilnehmer kann die Lerneinheiten online hören und bearbeiten. Die Zeiten sind für jeden Teilnehmer frei wählbar.

In diesem Jahr werden wir die nächsten 16 Lerneinheiten produzieren, die sich mit tiefergehenden Informationen über die einzelnen Wärmebehandlungsprozesse „Einsatzhärten", „Härten von Werkzeugstählen", „Nitrieren" und „Nitrocarburieren" befassen werden.

Wie bei den Präsenzseminaren üblich ist auch hier optional eine Abschlussprüfung möglich, die live als online-Prüfung durchgeführt wird.

Mit besten Grüßen

Still no end to the uncertainties

Dear Readers!

As I was formulating this text, I took another look at the 1/2021 issue. Actually, I could adopt the introductory words exactly, because the Corona pandemic is still the dominant topic in business and in private life. The end and outcome are uncertain.

But first, as I have done for 29 years now, I wish you all the best professionally and personally and thank you for your loyalty to our little professional and informative insight into the world of materials and heat treatment.

It is still completely unclear whether and in what format the Hardening Congress can be held this year. The traditional date in the fourth quarter coincides with the weather-related increase in incidences.

After merging of the companies ATM and Qness, the company name was changed to QATM. Under this logo there was a noteworthy and top-class materialography symposium Quality 2021. Read our detailed information in the contact exchange section.

The Gerster hardening shop in Egerkingen, Switzerland, also invited customers and interested parties to a symposium on the subject of "Hardening stainless steels without loss of corrosion resistance". The main article in this issue deals with this interesting field of work.

Our online course „Was der Härter über seine Arbeit wissen muss" (What the hardener needs to know about his job) is currently attracting the greatest interest. In a total of 16 self-learning chapters, participants are introduced to the field of materials technology and heat treatment. Each participant can listen to and work through the chapters online. The times can be selected individually by each participant.

This year we will produce the next 16 learning units, which will deal with more detailed information about the individual heat treatment processes "case hardening", "hardening of tool steels", "nitriding" and "nitrocarburizing".

As known from the face-to-face seminars, a final exam is also optionally possible here, which is live conducted as an online exam.

Kindly regards

Werkstofftechnik
Dr. Sommer
Anwendungsakademie

Vorträge und Seminare in Issum-Sevelen

Alle angebotenen Seminare werden als Präsenzseminare unter der 2G-Regel durchgeführt, wenn es die jeweils aktuelle Coronaschutzverordnung des Landes NRW zulässt. Im anderen Fall werden die Seminare als Online-Seminare durchgeführt. Alle Teilnehmer dieser Online-Seminare erhalten mit der Anmeldung einen kostenfreien Platz für ein späteres gleiches Präsenz-Seminar.

07. Februar 2022, 14:00 – 17:00 Uhr

Grundlagen der Gefügeentstehung

Gefüge in Stählen : Grundlagenvorträge

Welche metallischen Gefüge gibt es? Welche Eigenschaften bieten diese Gefüge? Wie werden diese Gefüge erzeugt? Vorträge, Diskussionen und Beispiele schaffen die Grundlage für die beiden Folgeseminare vom 12. - 15. Oktober.

08. - 10. Februar 2022

Gefüge in Stählen und deren metallographische Bewertung - Praxistage

Gefüge in Stählen: Anlieferzustand Vorträge und praktische Laborübungen

Die Praxistage „Gefügebewertung" richten sich an Mitarbeiter, die metallographische Untersuchungen durchführen bzw. Ergebnisse der Metallographie bewerten und interpretieren müssen. In dieser Veranstaltung werden insbesondere Neueinsteigern die metallographischen Grundkenntnisse und die Beschreibung von Gefügen im Lieferzustand vermittelt.

11. - 12. Februar 2022

Gefüge in Stählen und deren metallographische Bewertung - Praxistage

Gefüge in Stählen: Gebrauchszustand Vorträge und praktische Laborübungen

In diesem Teil werden Gefüge nach unterschiedlichsten Wärmebehandlungen (Härten, Randschichthärten, Einsatzhärten, Nitrieren und Nitrocarburieren) sowie Gefüge aus Schadensfällen beschrieben.

Alle Seminare können im Verbund oder alternativ auch einzeln gebucht werden.

22. Februar 2022

Prozesstechnik und FMEA von Wärmebehandlungen

Erstellung konkreter Prozessabläufe bei unterschiedlichen Wärmebehandlungsverfahren und Prozess-FMEA

Dieses Seminar konzentriert sich auf die Erstellung konkreter Prozessabläufe bei unterschiedlichen Wärmebehandlungsverfahren. Es werden Wärmebehandlungspläne für die einzelnen Wärmebehandlungsverfahren detailliert erarbeitet, diskutiert und dokumentiert. Die zu besprechenden Wärmebehandlungsprozesse können von den Seminarteilnehmern mitbestimmt werden.

15. - 16. März 2022

Schadensfälle untersuchen und bewerten - Praxistage

Schadensfälle nach einer Wärmebehandlung werden häufig der Wärmebehandlung angelastet. Eine sorgfältige Analyse ist daher erforderlich, um zwischen wärmebehandlungsbedingten und -fremden Ursachen unterscheiden zu können. Ein Seminar mit Grundlagenvorträgen und praktischen Untersuchungen in unserem Anwendungsinstitut. Es können auch eigene Schadensfälle vorgestellt und diskutiert werden.

28. März - 01. April 2022

Teil 1: Einsteigerseminar mit Kursabschlussprüfung

Was der Härter über seine Arbeit wissen muss

Ausbildung zur Wärmebehandlungs-Fachkraft / Basiswissen

Wochenseminar über Grundlagen der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung. Speziell für Einsteiger und Berufsneulinge.

16. - 20. Mai 2022

Teil 2: Aufsteigerseminar mit Kursabschlussprüfung

Was der Härter über seine Arbeit wissen muss

Ausbildung zur Wärmebehandlungs-Fachkraft | Basiswissen

Wochenseminar für Absolventen des Einsteigerseminars oder für Mitarbeiter mit Vorkenntnissen bzw. profunden praktischen Erfahrungen.

Die Seminarteilnehmer grüßen die Leser

SoTrain

Wir sind Bildungsträger nach AZAV

Nutzen Sie Bildungsschecks, Bildungsprämien und die verschiedenen Förderprogramme des Bundes und der Bundesländer.

Gerne beraten wir Sie in einem persönlichen Gespräch.

Härten von nichtrostenden Stählen ohne Verlust der Korrosionsbeständigkeit

Hardening of stainless steels without loss of corrosion resistance

Patrick Margraf, Leiter Geschäftsentwicklung und Technik, Härterei Gerster AG

Nichtrostende Stähle

Als zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Europa ein Wettrüsten zwischen den großen Mächten startete, ging es nicht nur um die Erhöhung der Schlagkraft, sondern auch um die Beständigkeit der Waffen. Feuerwaffen unterlagen hohem Erosionsverschleiß. Dieses Problem wollte man angehen. Zwei Stahlwerke in Sheffield gründeten gemeinsam die Brown Firth Laboratories. Unter der Leitung von Harry Brearley wurde zur Lösung des Erosionsproblems mit Chrom in Stahllegierungen geprobt. Dabei variierte man den Chromgehalt zwischen 6 und 15 %. Brearley beobachtete als ausgebildeter Laborant die unterschiedliche Ätzbarkeit der einzelnen Legierungen. Konnte er für die Ätzung der bekannten Kohlenstoffstähle stark verdünnte Säuren benutzen, musste er für die Versuchslegierungen mit Cr-Gehalten ab 12 % und mehr viel stärkere Säuren verwenden, um die Gefügestrukturen sichtbar zu machen. Er erkannte das Potential dieser generellen Eigenschaft sehr schnell und nannte die entwickelten Legierungen rustless steels.

Die ursprüngliche Zusammensetzung lag sehr nahe bei den heutigen martensitischen 13 %-Cr-Stählen.

In Sheffield befand sich seit dem Mittelalter eine bekannte Messerproduktion. So lag es nahe, diese neuartigen Legierungen auch in Essigsäure und Zitronensaft zu legen. Mit Erfolg, denn im Gegensatz zu herkömmlichem Stahl wurden diese Legierungen im gehärteten Zustand in solchen Medien nicht sichtbar angegriffen. Die Nachricht über die positiven Resultate gelangte bis zu den lokalen Messermachern. Sie übernahmen diese Stähle für ihre Produkte und nannten sie fortan stainless steels.

Zur etwa gleichen Zeit fanden in Essen in der Krupp-Versuchsanstalt die Arbeiten für die Herstellung von nichtrostenden Stählen statt. Eduard Maurer als Direktor und Benno Strauss als sein Assistent entwickelten ein Verfahren zur Herstellung von Ni-Cr-Legierungen. Mit der Versuchscharge 2 Austenit und der Versuchscharge 4 Austenit (kurz V2A und V4A) bereiteten diese beiden herausragenden Ingenieure und Forscher den Weg für die austenitischen rostfreien Stähle, die fortan unter dem geschützten Markennamen NIROSTA auf dem Markt vertrieben wurden.

Nach und nach kamen weitere Typen und Familien nichtrostender Stähle hinzu. Man unterscheidet heute

- Austenitische Stähle (min. 18 % Cr, 8 % Ni)
- Martensitische Stähle (min. 10,5 % Cr, 0,2 % C)
- Ferritische Stähle (min. 10,5 % Cr, max. 0,15 % C)
- Duplex-Stähle (min. 20 % Cr, ca. 5 % Ni, 3 % Mo)

Sie fanden immer weitere Anwendungsfelder. Im Jahr 2019 erreichte die weltweite Herstellung nichtrostender Stähle einen Rekordwert von ca. 52 Mio. t (Stainless Steel in Figures 2021, International Stainless

Stainless steels

When at the beginning of the 20th century an arms race between the great powers started in Europe, it was not only a question of increasing the striking power, but also of the durability of the weapons. Firearms were subject to high erosion wear. This problem was to be tackled. Two steelworks in Sheffield jointly founded the Brown Firth Laboratories. Under the direction of Harry Brearley, experiments were carried out with chromium in steel alloys to solve the erosion problem. The chromium content was varied between 6 and 15%. Brearley, as a trained laboratory technician, observed the varying etchability of different alloys. Whereas he could use highly diluted acids to etch the known carbon steels, for the experimental alloys with Cr-contents of 12% and above, he had to use much stronger acids to make the microstructures visible. He quickly recognized the potential of this general property and named the developed alloys rustless steels.

The original composition was very close to today's martensitic 13% Cr steels.

In Sheffield there was a well-known knife production since the Middle Ages. So, it was obvious to put these novel alloys also in acetic acid and lemon juice. With success, because unlike conventional steel, these alloys were not visibly attacked in the hardened state in such media. News of the positive results reached local knife makers. They adopted these steels for their products and henceforth called them stainless steels.

At about the same time, work on the production of stainless steels was taking place in Essen at the Krupp Research Institute. Eduard Maurer as director and Benno Strauss as his assistant developed a process for the production of Ni-Cr alloys. With the experimental batch 2 austenite and the experimental batch 4 austenite (V2A and V4A for short), these two outstanding engineers and researchers prepared the way for austenitic stainless steels, which from that time were sold on the market under the trademarked brand name NIROSTA.

Gradually, other types and families of stainless steels were added. Today a distinction is made between

- Austenitic Steels(min. 18% Cr, 8% Ni)
- Martensitic Steels (min. 10.5% Cr, 0.2% C)
- Ferritic steels (min. 10.5% Cr, max. 0.15% C)
- Duplex steels (min. 20% Cr, approx. 5% Ni, 3% Mo)

They were used in more and more fields of application. In 2019, global production of stainless steels reached a record level of about 52 million t (Stainless Steel in Figures 2021, International Stainless Steel Forum (ISSF), Brussels, 2021). Seemingly insignificant compared to the 1,870 million t of crude steel (World Steel Association, AISBL) produced in the same year,

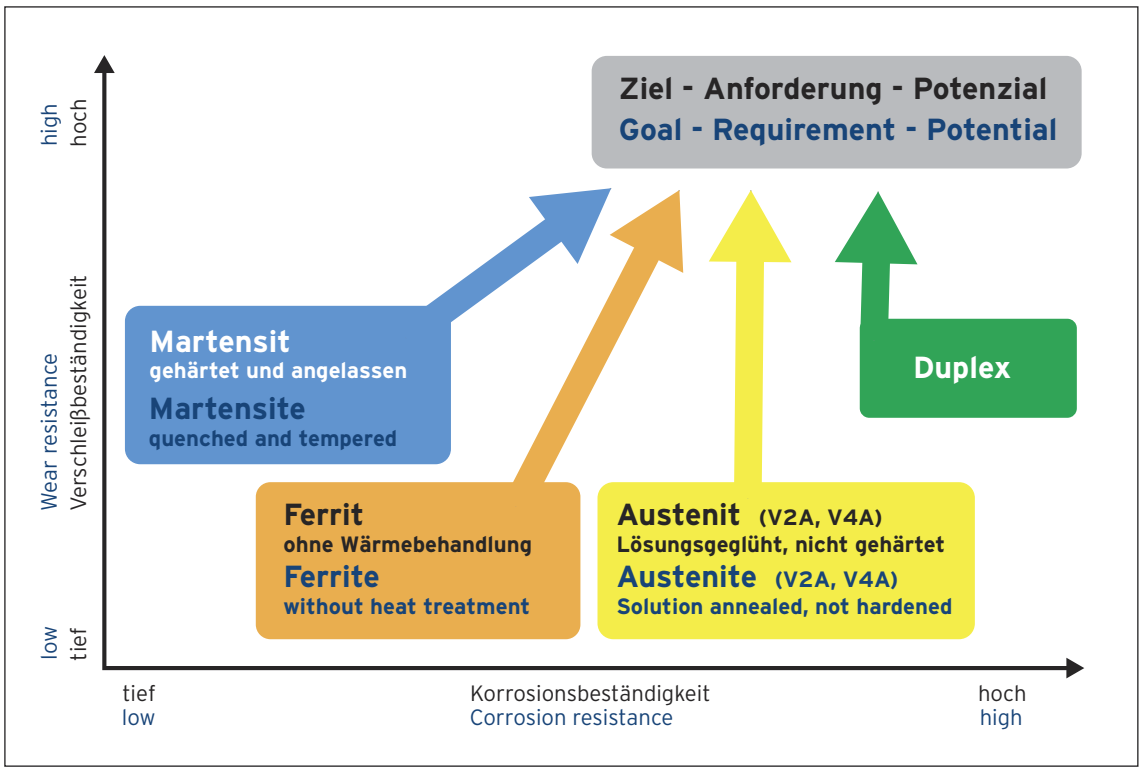


Bild 1: Einordnung gängiger nichtrostender Stähle in das Anforderungsprofil Korrosions- und Verschleißbeständigkeit

Figure 1: Classification of common stainless steels in the requirements profile for corrosion and wear resistance

Steel Forum (ISSF), Brussels, 2021). Im Vergleich zu den 1.870 Mio. t Rohstahl (World Steel Association, AISBL), die im gleichen Jahr produziert wurden, scheinbar unbedeutend, für viele Branchen, wie die Chemie-, Pharma- und Lebensmittelindustrie, aber vollständig unentbehrlich.

Während bei den un- und niedriglegierten Stählen das Spannungsfeld zwischen Härte und Zähigkeit, bzw. höchster Festigkeit und Verformungsfähigkeit besteht, liegt die Herausforderung bei den nichtrostenden Stählen in der Kombination von Härte und Korrosionsbeständigkeit bzw. der Fähigkeit gleichzeitig mechanischen und chemischen Beanspruchungen zu widerstehen.

Bild 1 verdeutlicht diese Tatsache, indem es die Einschränkungen der verschiedenen Familien nichtrostender Stähle und gleichzeitig auch das Potential von spezifischen Wärmebehandlungslösungen skizziert.

Härten von nichtrostenden Stählen

Martensitisch nichtrostende Stähle (z.B. X20Cr13, 1.4021) werden bekanntermaßen durch Umwandlung in das tetragonal-verzerrte Gefüge (Martensit) gehärtet. Die ausscheidungshärtenden nichtrostenden Stähle (z.B. X5CrNiCuNb16-4, 1.4542) folgen dem Prinzip der Teilchenhärtung.

Erst vor ca. 40 Jahren erkannte man eher unerwartet, dass austenitische Stähle ebenfalls gehärtet werden können. Dabei wird durch eine Übersättigung der Randschicht das Kristallgitter so „gedehnt" bzw. verspannt, dass eine hochfeste Zone entsteht. Diese verfestigte Randschicht wird in der englischen Fachsprache als „expanded austenite", umgangssprachlich und wissenschaftlich nicht ganz korrekt auch gern als „S-Phase" bezeichnet. Im Folgenden verwenden wir einfachheitshalber diese Bezeichnung. Die S-Phase wird durch die Einlagerung von Kohlen- und/oder Stickstoff

but completely indispensable for many industries, such as the chemical, pharmaceutical and food industries.

While in the case of unalloyed and low-alloy steels, the area of conflict is between hardness and toughness, resp. maximum strength and deformability, the challenge with stainless steels lies in the combination of hardness and corrosion resistance, resp. the ability to withstand mechanical and chemical stresses at the same time.

Figure 1 illustrates this fact by outlining the limitations of the various families of stainless steels and, at the same time, the potential of specific heat treatment solutions.

Hardening of stainless steels

Martensitic stainless steels (e.g. X20Cr13, 1.4021) are known to be hardened by transformation into the tetragonal-distorted structure (martensite). Precipitation hardening stainless steels (e.g. X5CrNiCuNb16-4, 1.4542) follow the principle of particle hardening.

It was only about 40 years ago that it was discovered, rather unexpectedly, that austenitic steels can also be hardened. In this process, the crystal lattice is "stretched" or strained by supersaturation of the surface layer in

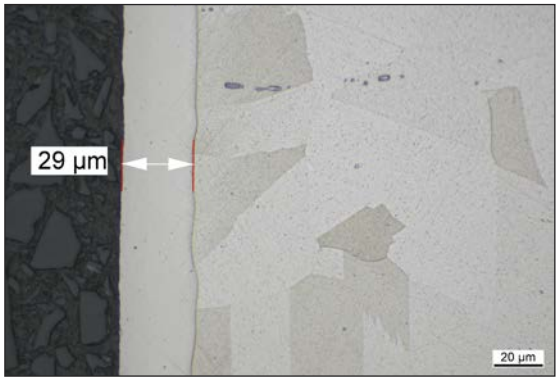


Bild 2: Ausscheidungsfreie S-Phase auf austenitischem Grundmaterial (1.4404)

Figure 2: Precipitation-free S-phase on austenitic base material (1.4404)

erzielt. Sie entsteht bei thermochemischen Diffusionsprozessen, die dem Nitrieren oder Nitrocarburieren sehr ähnlich sind und bei Temperaturen < 450°C ablaufen. Wie beim Nitrieren sind die Diffusionstiefen nicht beliebig groß. Sie erreichen üblicherweise 20 - 30 µm. **Bild 2** zeigt eine solche S-Phase im Randbereich einer Probe aus 1.4404. Die Schicht weist keine im Lichtmikroskop sichtbaren Ausscheidungen auf. Der Übergang ins Grundmaterial erfolgt kontinuierlich und wird durch die Diffusionsprozesse gesteuert.

S-Phase hat nach Ätzung nach Kalling ein helleres Aussehen als das Grundmaterial

Was kurz zusammengefasst recht einfach scheint, ist in der verfahrenstechnischen Praxis anspruchsvoll: die für austenitische Stähle typische Passivschicht muss soweit reduziert werden, dass die Kohlen- und Stickstoffatome in die Oberfläche eindiffundieren können. Das muss bei vergleichsweise tiefen Prozesstemperaturen ablaufen, damit es nicht zu Ausscheidungsreaktionen und damit einhergehend zu einer Verschlechterung der Korrosionseigenschaften kommt. Als Möglichkeiten kommen u.a. ein Plasma-Sputtern oder die Reduktion durch Gase oder Salzschmelzen im thermochemischen Prozess in Frage.

Die S-Phase weist hohe Härten auf. Diese erreichen Werte von 900 – 1200 HV 0.1. Eine solche hohe Randhärte führt zu einer stark verbesserten Verschleissfestigkeit, insbesondere bei abrasivem Angriff. Die Gefahr von Fressen wird ebenfalls reduziert. Damit öffnet sich für austenitisch nichtrostende Stähle die Tür für viele Anwendungen, in denen nicht nur Korrosionsbeständigkeit, sondern auch erhöhte Verschleißfestigkeit gefordert ist.

Korrosionsbeständigkeit

Grundsätzlich wird bei der Bildung dieser harten Randschicht davon ausgegangen, dass die interstitiellen Elemente Kohlenstoff und Stickstoff in Lösung bleiben und keine Ausscheidungen bilden. Die Diffusionsschicht ist allerdings metastabil, das heißt sie kann durch Temperatureinfluss in eine austenitische Grundmasse mit eingelagerten Chromkarbiden bzw. Chromnitriden zerfallen.

Tritt dies ein, wird dem Stahl ungebundenes Chrom entzogen, das für die Passivierung und damit die Korrosionsbeständigkeit ausschlaggebend ist. Die Korrosionsbeständigkeit sinkt dabei messbar.

Deshalb legt man die Wärmebehandlungsparameter beim Niedertemperaturnitrieren bzw. -nitrocarburieren so fest, dass die S-Phase im stabilen Bereich liegt. Diese Stabilität ist abhängig von Zeit und Temperatur. **Bild 3** zeigt eine durch praktische Versuche ermittelte Stabilitätskurve. Als Stabilitätskriterium wurde in elektrochemischen Untersuchungen die Passivstromdichte verwendet. Der Bereich unterhalb der Kurve ist stabil. Im Bereich über der Kurve scheiden sich Nitride aus. Im stabilen Bereich erwartet man deshalb Korrosionseigenschaften, die dem unbehandelten Stahl entsprechen.

Die Kurven liegen je nach Stahllegierung und Ofenatmosphäre höher oder tiefer, haben aber immer einen sehr ähnlichen Verlauf.

In der Praxis erweist es sich aber, dass trotz der Festlegung des Prozessfensters innerhalb des stabilen Bereichs Korrosionserscheinungen auftreten können.

such a way that a high-strength zone is created. This strengthened surface layer is referred to in English language as "expanded austenite", or colloquially and scientifically not entirely correctly as "S-phase". In the following, we will use this designation for the sake of simplicity. The S-phase is obtained by the inclosure of carbon and/or nitrogen. It is formed during thermochemical diffusion processes, which are very similar to nitriding or nitrocarburizing and which take place at temperatures < 450°C. As with nitriding, diffusion depths are not arbitrarily large. They usually reach 20 - 30µm. **Figure 2** shows such an S-phase in the edge region of a specimen made of 1.4404. The layer does not show any precipitates visible under the optical microscope. The transition into the base material is continuously and controlled by the diffusion processes.

S-phase has a lighter appearance than the base material after etching acc. to Kalling

Summarized, what seems quite simple is ambitious in process engineering practice: the passive layer typical of austenitic steels must be reduced to such an extent that the carbon and nitrogen atoms can diffuse into the surface. This must take place at comparatively low process temperatures to avoid precipitation reactions and the associated degradation of the corrosion properties. Possibilities include plasma sputtering or reduction by gases or molten salts in a thermochemical process.

The S-phase exhibits high hardnesses. These reach values of 900 - 1200 HV 0.1. Such a high surface hardness leads to greatly improved wear resistance, especially in the case of abrasive attack. The risk of galling is also reduced. This opens the door for austenitic stainless steels in many applications where not only corrosion resistance but also increased wear resistance is required.

Corrosion resistance

In principle, the formation of this hard surface layer is based on the assumption that the interstitial elements carbon and nitrogen remain in solution and do not form precipitates. However, the diffusion layer is metastable, that means it can decompose into an austenitic base matrix with embedded chromium carbides or chromium nitrides due to the influence of temperature.

If this occurs, unbound chromium, which is crucial for passivation and thus corrosion resistance, is removed from the steel. The corrosion resistance decreases measurably as a result.

For this reason, the heat treatment parameters for low-temperature nitriding or nitrocarburizing are set so, that the S-phase is in the stable range. This stability depends on time and temperature. **Figure 3** shows a stability curve determined by practical tests. The passive current density was used as a stability criterion in electrochemical studies. The region below the curve is stable. In the region above the curve, nitrides precipitate. In the stable range, one therefore expects corrosion properties corresponding to untreated steel.

The gradients are higher or lower depending on the steel alloy and furnace atmosphere, but always have a very similar progress.

In practice, however, it turns out that despite the definition of the process window, corrosion phenomena

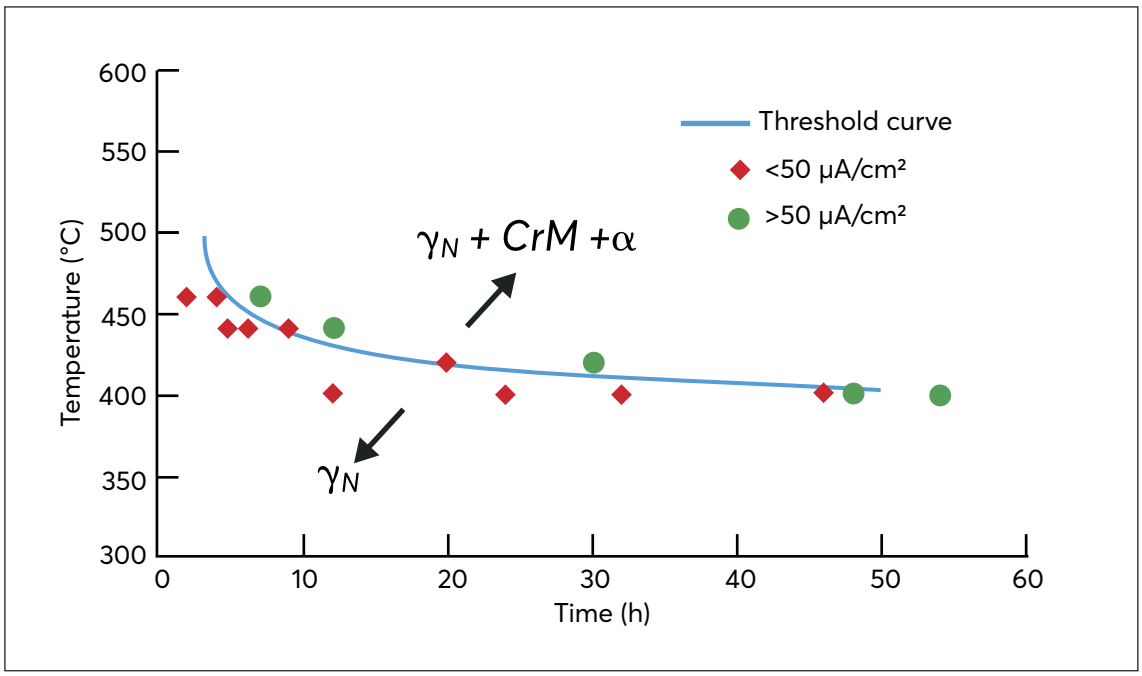


Bild 3: Stabilitätskurve für AISI 316L (Eckstein et al, 2008)

Figure 3: Stability gradient for AISI 316L (Eckstein et al, 2008)

Im Allgemeinen handelt es sich dabei um Lochfraß- oder interkristalline Korrosion.

Wie kommt es zu solchen Zuständen und wie kann man dem abhelfen?

Legierungszusammensetzung

Es ist bekannt, dass Molybdän die Stabilität der gehärteten Randzone erhöht. Zerfallsreaktionen der übersättigten Randschicht in Nitride und Carbide werden deutlich verzögert. So bilden sich bei den 1.43xxer Stählen (CrNi-Stähle mit ca. 18 Masse-% Cr und 10 Masse-% Ni) häufig schon bei Prozesstemperaturen ab 400°C Strukturen, die im metallographischen Schliff anätzbar sind und auf starke Ausscheidungsvorgänge zurückzuführen sind. Demgegenüber weisen die 1.44xxer oder V4A-Stähle bis > 440°C kaum Ausscheidungen auf.

Wie oben beschrieben sind solche Ausscheidungen hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit nachteilig. Bei der Stahlauswahl empfiehlt sich bei Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit deshalb die Verwendung von Mo- oder sogar Ti-legierten Stählen, wie dem X2CrNiMo17-12-2, 1.4404, oder dem X6CrNiMoTi17-12-2, 1.4571.

Bearbeitungszustand des Gefüges

Es ist bekannt, dass Atome, insbesondere Chrom, in Gefügen mit einer hohen Fehlstellendichte leichter diffundieren können. Diese Beweglichkeit vereinfacht die Bildung von Ausscheidungen. Hohe Fehlstellendichten finden sich speziell in Korngrenzen und stark kaltverformten Bereichen. Befinden sich diese in randnahen Zonen, kommt es in Folge von S-Phasen-Wärmebehandlungen zu einer reduzierten Korrosionsbeständigkeit durch Carbid- oder Nitridbildung. Anhand von Untersuchungen an definierten Mustern und einigen Anwendungsbeispielen soll der Einfluss der Vorbearbeitung der Bauteile auf die Korrosionsbeständigkeit nach einer S-Phasen-Behandlung aufgezeigt werden.

can occur within the stable range. Generally, this is pitting or intergranular corrosion.

How do such conditions arise and how can they be remedied?

Alloy composition

It is known that molybdenum increases the stability of the hardened surface layer. Decomposition reactions of the supersaturated surface layer into nitrides and carbides are significantly delayed. Thus, in the case of the 1.43xx steels (CrNi-steels with approx. 18 mass-% Cr and 10 mass-% Ni), structures often form already at process temperatures from 400°C, which can be etched in the metallographic microsection and are due to strong precipitation processes. In contrast, the 1.44xx or V4A steels hardly show any precipitation up to > 440°C.

As described before, such precipitations are disadvantageous in terms of corrosion resistance. When selecting a steel, it is therefore recommended to use Mo- or even Ti-alloyed steels, such as the X2CrNiMo17-12-2, 1.4404, or X6CrNiMoTi17-12-2, 1.4571, for applications with high corrosion resistance requirements.

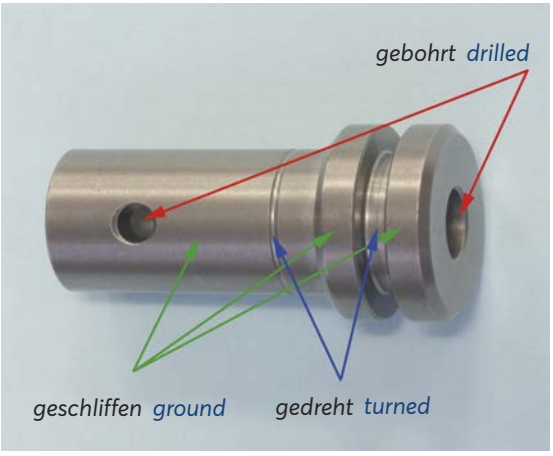


Bild 4: Muster zur Bewertung unterschiedlicher Oberflächenzustände

Figure 4: Sample for the evaluation of different surface conditions

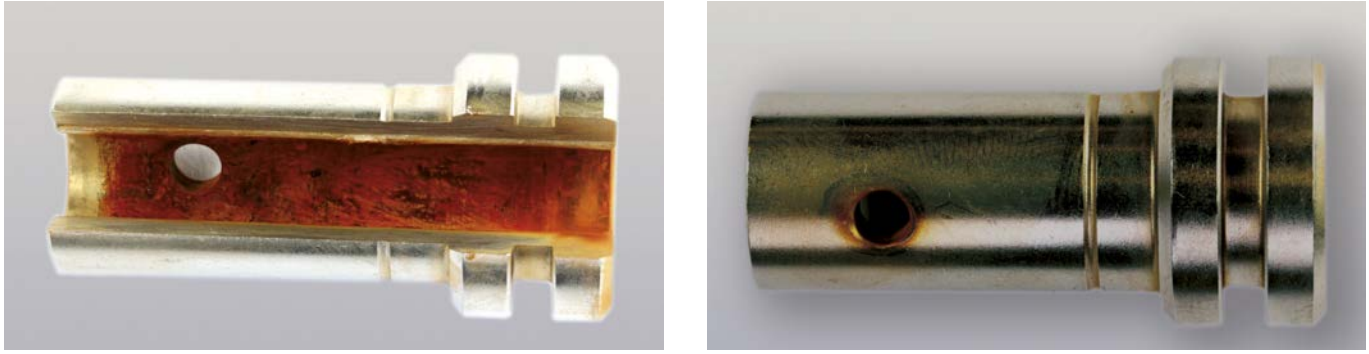


Bild 5: Korrosionserscheinungen an Mustern aus 1.4301 nach einer identischen HARD-INOX®-S-Behandlung: Der Innendurchmesser zeigt aufgrund des Herstellungsprozesses starke Korrosion auf. Der Außendurchmesser wurde nachbehandelt und weist praktisch keine Korrosionserscheinungen auf.

Figure 5: Corrosion formation on samples made of 1.4301 after an identical HARD-INOX®-S treatment: The inner diameter shows severe corrosion due to the manufacturing process. The outer diameter was post-treated and shows practically no signs of corrosion.

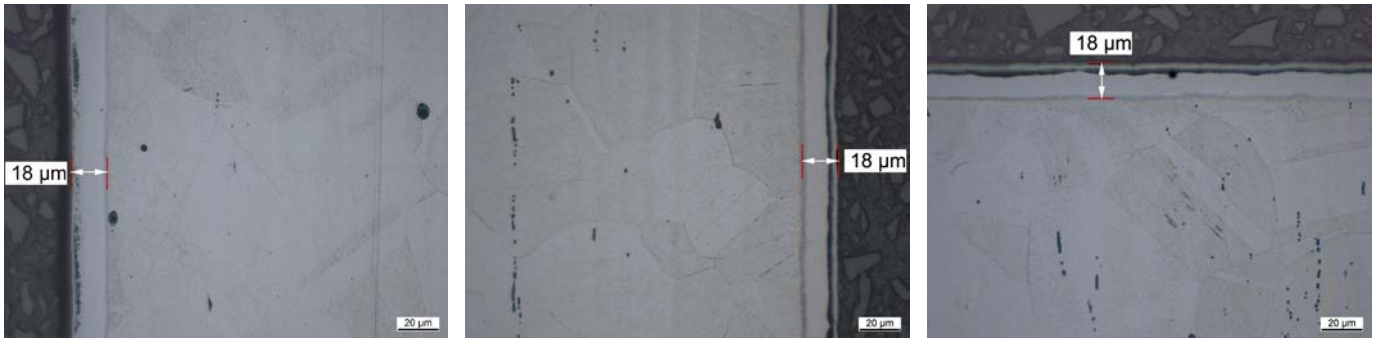


Bild 6: Schliffbilder der S-Phase von Mustern aus 1.4301: links: Außendurchmesser mit leichten Nitridstreifen, mitte und rechts: Innen- und Querbohrung mit deutlichen und durchlaufenden Nitridzeilen (dunkler Bereich)

Figure 6: Micrographs of the S-phase of samples made of 1.4301: left: Outside diameter with light nitride streaks, center and right: inner and transverse bore with clear and continuous nitride streaks (dark area)

Definierte Proben

Im Rahmen einer Projektarbeit wurden Muster mit definierten, aber realistischen Oberflächenzuständen hergestellt. Damit sollte am gleichen Bauteil der Einfluss unterschiedlicher Bearbeitungen bewertet werden können. Wie in **Bild 4** gezeigt, waren die Oberflächen gedreht, gebohrt und geschliffen.

Die Muster wurden sowohl aus 1.4301 als auch aus 1.4435 gefertigt. Damit konnte der Einfluss der unterschiedlichen Legierungselemente, insbesondere von Molybdän, dargestellt werden. Nach einer HARD-INOX®-S-Behandlung (Bezeichnung für die S-Phasenbehandlung der Härterei Gerster AG, CH-Egerkingen) wurden die Muster in einem Korrosionstauchversuch nach DIN EN 8442 geprüft.

Die Resultate sind in **Bild 5** für Muster aus 1.4301 dargestellt. Während die geschliffenen und mit Einschränkungen auch die gedrehten Oberflächenpartien keine Korrosion aufweisen, liegt im Innendurchmesser der Bohrung starke Korrosion vor.

Die Gefügebilder der S-Phase in **Bild 6** zeigen in den Bohrungen deutliche durchlaufende Nitridzeilen (dunkle Streifen in der Bildmitte), während die Randschicht im Außendurchmesser nur vereinzelt dunkle angeätzte Streifen enthält.

Machining condition of the microstructure

It is well known that in microstructures with a high defect density, atoms, especially chromium, can diffuse more easily. This mobility eases the formation of precipitates. High defect densities are found especially in grain boundaries and strongly cold-formed areas. If these are located in zones close to the edges, S-phase heat treatments result in reduced corrosion resistance due to carbide or nitride formation. The influence of the pre-machining of the components on the corrosion resistance after S-phase treatment is to be demonstrated on the basis of investigations on defined samples and some application examples.

Defined samples

As part of a project, samples with defined but realistic surface conditions were produced. This was to allow the influence of different machining operations to be evaluated on the same component. As shown in **Figure 4**, the surfaces were turned, drilled and ground.

The samples were made from both 1.4301 and 1.4435. This allowed to demonstrate the influence of the different alloying elements, in particular molybdenum.

Bild 7: Welle mit Korrosionserscheinungen. Im Kasten rechts oben ist der Schliff im Bereich eines solchen Korrosionsrings dargestellt. Die helle S-Phase ist durch eine schwarze Zeile im Außenbereich geprägt. Sie liegt im stark „gewalkten" Randbereich des Bauteils.

Figure 7: Shaft with corrosion attributes. The box on the upper right shows the section in the area of such a corrosion ring. The light S-phase is characterized by a black line in the outer area. It is located in the strongly "rolled" edge region of the component.

Beispiele aus der Praxis

Welle aus 1.4404

Bei einer Welle aus 1.4404, die HARD-INOX®-S behandelt wurde, traten in einem Korrosionstest ringförmige Korrosionstreifen an der Oberfläche auf, **Bild 7**. Temperaturunterschiede im Prozess oder starke Materialschwankungen, die ein solches Phänomen hätten verursachen können, wurden ausgeschlossen. Eine Gefügeuntersuchung im Bereich der korrodierten Oberfläche brachte aber eine vollständig „verschmierte" Struktur in den randschichtnahen Bereichen zu Tage, Bild 7. Diese wurde bei der mechanischen Bearbeitung durch eine ungünstige Einstellung des Zerspanungsprozesses (falscher Spanwinkel, verschlissene Schneidkante) verursacht. Die derart bearbeitete, plastisch verformte Oberfläche führte zu starker Nitridbildung, sichtbar durch die dunklen Streifen im Außenbereich der S-Phase. Auffällig ist zudem, dass auch die gefräste Nut starke Korrosionszeichen aufweist. Dieser Bereich wurde vermutlich mit großen Zerspankräften bearbeitet.

Idealerweise wird in diesem Fall die Zerspanung angepasst. Falls dies nicht möglich ist, lässt sich das Gefüge durch ein Lösungsglühen soweit einstellen, dass die Korrosionseigenschaften nach einem HARD-INOX®-S-Prozess im Bereich des Grundmaterials liegen.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, durch einen gezielten Abtrag die Nitridzeilen zu entfernen. Verschiedene Prozesse wie Beizen, Elektropolieren und Gleitschleifen können angewendet werden. Sie werden bedarfsweise beziehungsweise bauteilspezifisch eingesetzt.

Selbstschneidende Schrauben aus nichtrostendem Stahl

Schrauben werden häufig gerollt. Bei Schrauben aus nichtrostendem Stahl führt das zu einer Verfestigung des Materials. Trotzdem besteht keine ausreichende Oberflächenhärte, um die Schneidfähigkeit des Gewindes sicherzustellen. Man begegnet diesem Umstand mit einer Hartmetallspitze an der Schraube oder der Verwendung von martensitischen nichtrostenden Stählen.

Eine S-Phasen-Behandlung hat das Potential, die teure Lösung mit der Hartmetallspitze durch ein günstiges Verfahren zu ersetzen. Dabei ist zu beachten, dass beim Rollen starke Kaltverformungen stattfinden. Diese sind im Gewindegrund am besten sichtbar.

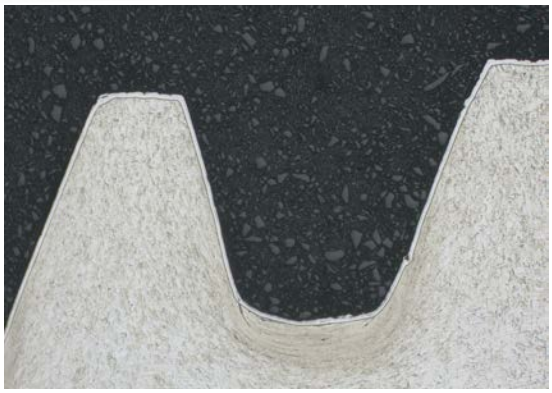


Bild 8: Schnitt durch das Gefüge einer Schraube aus 1.4401, die eine S-Phase (heller Saum) im Randbereich aufweist. Auffällig sind die deutlich sichtbaren Verformungslinien durch das Rollen im Gewindegrund.

Figure 8: Section through the microstructure of a screw made of 1.4401 showing an S-phase (light-colored seam) in the edge area. The clearly visible deformation streaks due to rolling in the thread base are striking.

After a HARD-INOX®-S treatment (designation for the S-phase treatment of Härterei Gerster AG, CH-Egerkingen), the samples were tested in a corrosion upset test according to DIN EN 8442.

The results shown in **Figure 5** are for samples made of 1.4301. While the ground and, with restrictions, also the turned surface sections show no corrosion, severe corrosion is present in the inner diameter of the bore.

The micrographs of the S phase in Figure 6 show clear nitride streaks running through the bore holes (dark streaks in the center of the image), while the outer diameter of the surface layer contains only isolated dark etched streaks.

Examples from practice

Shaft made of 1.4404

On the surface of a shaft made of 1.4404 that had been treated with HARD-INOX®-S, **Figure 7**, ring-shaped corrosion streaks appeared in a corrosion test. Temperature differences in the process or strong material fluctuations, which could have caused such a phenomenon, were ruled out. However, a microstructural examination in the area of the corroded surface revealed a completely "smeared" structure in the areas close to the surface, Figure 7. This was caused during machining by an unfavorable setting of the cutting process (incorrect rake angle, worn cutting edge). The plastically deformed surface machined in this way led to strong nitride formation, visible by the dark streaks in the outer area of the S-phase. It is also noticeable that the milled groove also shows strong indications of corrosion. This area was probably machined with large cutting forces.

Bild 9: Gerollte Schrauben aus 1.4401 mit HARD-INOX®-S-Behandlung nach einem Korrosionstest nach DIN EN 8442; links: Standardbehandlung, rechts: angepasste Prozesseinstellungen.

Figure 9: Rolled screws made of 1.4401 with HARD-INOX®-S treatment after a corrosion test according to DIN EN 8442; left: standard treatment, right: adjusted process settings.

Die HARD-INOX®-S-Behandlung führt zu einer durchgehenden, gleichmäßigen Diffusionszone, **Bild 8**.

Im Gewindegrund ist einerseits die starke Verformungsstruktur sichtbar. Diese setzt sich praktisch über die gesamte Gewindeflanke fort. In diesem Bereich weist die S-Phase Ausscheidungen auf.

In einem nachfolgenden Korrosionstest erwiesen sich die so behandelten Schrauben als ungenügend, **Bild 9 links**. Ein Lösungsglühen oder eine Nachbehandlung der Oberfläche kamen nicht in Frage. Durch eine bauteilspezifische Modifikation der Prozesseinstellungen bei HARD-INOX®-S hingegen konnte die Korrosionsbeständigkeit deutlich verbessert werden, **Bild 9 rechts**.

Schluss

S-Phasen-Behandlungen erhöhen die Verschleißbeständigkeit nichtrostender Stähle beträchtlich. Aufgrund verschiedener Einflüsse kann aber die Korrosionsbeständigkeit beeinträchtigt werden. Durch eine geeignete Stahlauswahl, günstige Bearbeitungseinstellungen bei der Zerspanung oder Umformung und der eigentlichen Wärmebehandlung sowie vor- oder nachgelagerte Prozesse wie Lösungsglühen oder Polieren lassen sich diese Beeinträchtigungen weitgehend eliminieren.

Kontakt / Contact

Seit mehr als 70 Jahren bietet die Härterei Gerster AG Wärmebehandlungen an. HARD-INOX®-S ist ein von Gerster entwickeltes Verfahren und wird für das Härten von nichtrostenden Stählen eingesetzt, - jetzt auch in Nordrhein-Westfalen.

Härterei Gerster AG has been offering heat treatment for more than 70 years. HARD-INOX®-S is a process developed by Gerster and is used for hardening stainless steels, - also now in North Rhine-Westphalia.

Härterei Gerster AG
Güterstrasse 3
4622 Egerkingen, Schweiz
Phone: +41 62 388 70 00
Mail: info@gerster.ch
www.gerster.ch

Ideally, the machining is adjusted in this case. If this is not possible, the microstructure can be adjusted by solution annealing to such an extent that the corrosion properties after a HARD-INOX®-S process are in the range of the base material.

Another possibility is to remove the nitride streaks by targeted removing. Various processes such as pickling, electropolishing and vibratory grinding can be used. They are used on an as-needed or on a component-specific basis.

Self-cutting screws made of stainless steel

Screws are often rolled. In the case of stainless-steel screws, this leads to a hardening of the material. Nevertheless, there is insufficient surface hardness to ensure the cutting ability of the thread. This is countered with a carbide-tip on the screw or the use of martensitic stainless steels.

An S-phase treatment has the potential to replace the expensive solution with the carbide-tip with an inexpensive process. It should be noted that strong cold deformations take place during rolling. These are best visible in the thread base.

The HARD-INOX®-S treatment results in a continuous, uniform diffusion zone, **Figure 8**.

On the one hand, the strong deformation structure is visible in the thread base. This continues practically over the entire thread flank. In this area, the S-phase shows precipitates.

In a subsequent corrosion test, the screws treated in this way proved to be insufficient, **Figure 9 left**. Solution annealing or post-treatment of the surface were out of the question. However, a component-specific modification of the process settings for HARD-INOX®-S significantly improved the corrosion resistance, **Figure 9 right**.

Closure

S-phase treatments considerably increase the wear resistance of stainless steels. Due to various influences, however, corrosion resistance can be impaired. These impairments can be largely eliminated by suitable steel selection, favorable machining settings during cutting or forming, and processes upstream or downstream of the actual heat treatment, such as solution annealing or polishing.

Dem Wasserstoff auf der Spur

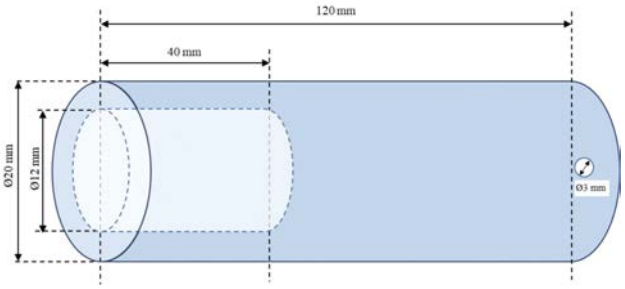
Das T.F.W.W.-Projekt 21 wurde abgeschlossen.

Bei der Wärmebehandlung in wasserstoffhaltigen Atmosphären kommt es je nach Temperatur, Behandlungsdauer und Gaszusammensetzung stets zu einer Wasserstoffaufnahme. Die allgemeine Kenntnis, dass eine nachfolgende Anlassbehandlung diesen absorbierten Wasserstoff ganz oder teilweise wieder effundieren kann, darf zwar als bekannt vorausgesetzt werden, jedoch sind quantitativ belegte Werte konkreter Wärmebehandlungsprozesse in den seltesten Fällen bestimmt worden.

In dem nun abgeschlossenen T.F.W.W.-Projekt wurde untersucht, welche Wärmebehandlungsprozesse zu einer Wasserstoffaufnahme führen und wie groß dabei die Beladung mit Wasserstoff ist. Ergänzend wurde auch der Einfluss des Anlassens auf die Wasserstoffeffusion angeschaut. Untersucht wurden verschiedene Verfahren mit Prüfteilen aus den folgenden Werkstoffen:

- Einsatzhärten -> 16MnCr5
- Vergüten und Nitrieren -> 42CrMo4
- Härten und Anlassen -> 100Cr6

Den an diesem Projekt teilnehmenden acht Lohnhärtereien und Wärmebehandlungsbetrieben wurden in Abstimmung mit den Produktionsterminen standardisierte Prüfteile übersandt, die zusammen mit Produktionschargen wärmebehandelt werden sollten. Der Versand erfolgte jeweils eine Tag vor der Produktion in versandfähigen Trockeneisbehältern.



Prüfteil: Schematische Darstellung

Ergänzend hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, eigene Prüfteile, z.B. Schrauben und/oder Ritzel auch aus eigenen Materialien und mit abweichenden Abmessungen in einer Sendung mit den standardisierten Prüfteilen zur Untersuchung zurückzusenden.

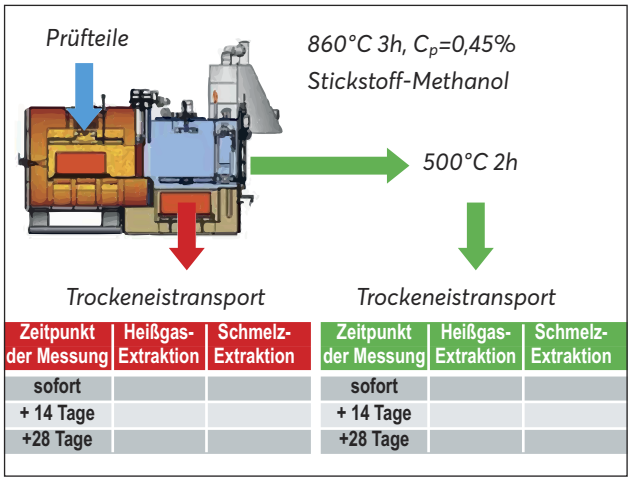
Im Betrieb wurde folgend das erste Prüfteil unmittelbar nach dem Abschrecken im Trockeneis tiefgekühlt und das zweite Prüfteil nach Abschluss der Anlassbehandlung. Dann wurden die tiefgekühlten Prüfteile im Trockeneisbehälter zur Untersuchung zurückgesandt.

Ergänzend hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, eigene Prüfteile, z.B. Schrauben und/oder Ritzel auch aus eigenen Materialien und mit abweichenden Abmessungen in einer Sendung mit den standardisierten Prüfteilen zur Untersuchung zurückzusenden.

Die Wasserstoffmessungen erfolgten in unserem Labor jeweils unmittelbar nach Ankunft der Prüfteile. Dabei wurden die nicht angelassenen Prüfteile immer zuerst vermessen. Wenn die Wasserstoffmessungen nicht an einem Tag abgeschlossen werden konnten, erfolgte eine Tiefkühlung in flüssigem Stickstoff bis zum Folgetag. Spätestens am Folgetag wurden alle Messungen abgeschlossen.

Die Bestimmung des Gesamtwasserstoffgehalts erfolgte nach der Methode der Schmelzextraktion. Anschließend wurde der diffusionsfähige Wasserstoffgehalt mit der Methode der Heißgasextraktion ermittelt.

Um den Einfluss des Faktors Zeit einzubeziehen, wurden alle Wasserstoffmessungen nach einiger Zeit wiederholt. Die Lagerung der Prüfteile bis zu diesen neuerlichen Messungen erfolgte bei Raumtemperatur.



Versuchsablauf: Schematische Darstellung

Auch Nichtmitglieder konnten sich an diesem Projekt beteiligen. Alle teilnehmende Firmen erhielten inzwischen den Abschlussbericht sowie die Möglichkeit, kostenfrei an einem Abschlusskolloquium teilzunehmen. Die Ergebnisse wurden bisher nicht allgemein veröffentlicht, sondern nur den beteiligten Firmen exklusiv in anonymisierter Form zur Verfügung gestellt.

Für interessierte Unternehmen, die an diesem Projekt nicht beteiligt waren, besteht die Möglichkeit, den Abschlussbericht gegen ein Entgeld zu erwerben.

Kontakt: Prof. Dr.-Ing. Peter Sommer,
Philipp Sommer M.Sc.
info@werkstofftechnik.com

Praxisnahe Forschung im Technologie Forum Werkstoff & Wärme

Es gibt zahlreiche technisch-wissenschaftliche Problemstellungen, die nicht nur ein einziges Unternehmen betreffen, sondern mehrere Firmen oder sogar die gesamte Branche. Was lag da näher, als im Firmenverbund Aufgaben zu bündeln und zu lösen. Dieser Gedanke stand bei der Gründung des T.F.W.W. vor über 22 Jahren im Vordergrund und ist bis heute aktuell. Doch wie organisiert sich das T.F.W.W.?

Mitgliedsunternehmen können jederzeit einen Projektvorschlag unterbreiten, der vom Beirat aufgenommen, besprochen und auf der jährlichen Vollversammlung vorgestellt wird. Auf Beschluss der Vollversammlung werden dann die Prioritäten der Projekte festgelegt und zur Bearbeitung freigegeben. Der aktuelle Beirat setzt sich aus den folgenden Mitgliedern zusammen:

- Siegfried Heger,
  Geschäftsführer der HTU Härtetechnik, Uhldingen
- Ralph Matthäus,
  Geschäftsführer der Wittmann Härterei, Uhingen
- Frank Wallberg,
  Geschäftsführer der Vakuumhärterei Petter,
  Quickborn
- Bernhard Werz,
  Geschäftsführer WERZ Vakuum-Wärmebehandlung,
  Gammertingen-Harthausen
- Professor Dr.-Ing. Peter Sommer,
  Geschäftsführer der Dr. Sommer Werkstofftechnik,
  Issum-Sevelen

Die Projekte werden praxisnah bearbeitet, wobei Mitgliedsunternehmen je nach Aufgabenstellung in die Bearbeitung eingebunden werden. Die Projektkoordinierung, der werkstoffkundliche Untersuchungsumfang und die Berichtslegung erfolgen durch unser Anwendungsinstitut. Die Projekte werden allen Projektbeteiligten schriftlich zur Verfügung gestellt und allen Mitgliedern auf der jährlichen Vollversammlung ausführlich erläutert. Zusätzlich werden alle diese Arbeiten durch projektbezogene Workshops begleitet.

Zur Finanzierung der Projekte entrichtet jedes Mitgliedsunternehmen einen Jahresbeitrag. Außerdem sind für Nichtmitglieder, abhängig von den unterschiedlichen Interessenlagen, im Einzelfall durchaus Beteiligungen an bestimmten Projekten möglich. Darüber hinaus steht das T.F.W.W. aber auch allen Interessenten offen. Jedes Unternehmen mit Tätigkeiten im Bereich der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung kann zu jedem Zeitpunkt Mitglied werden..

Mehr erfahren Sie unter:
https://werkstofftechnik.com/home/forschung/

Seit Bestehen des T.F.W.W. wurden die folgenden Projekte bearbeitet und abgeschlossen.

- Untersuchung und Bewertung des unerwünschten Aufstickens in Vakuumöfen
- Untersuchungen über die Anlassbeständigkeit von Warmarbeitsstählen in Abhängigkeit von der Abkühlgeschwindigkeit beim Härten
- Einfluss von Phosphatschichten auf kaltumgeformte Bauteile bei Vergütungs- und Einsatzhärtebehandlungen
- Wasserstoffaufnahme und -abgabe bei der Wärmebehandlung
- Korngrößenwachstum beim Austenitisieren von Warmarbeitsstählen – Benchmark unterschiedlicher Stahlerzeuger
- Untersuchungen zum Restaustenitzerfall gehärteter Stähle
- Härterissanfälligkeit durch Kupfersegregationen
- Einsatz borlegierter Stähle
- Einfluss der Abkühlgeschwindigkeit auf die Stabilität von Restaustenit
- Wasserstoffeffusion nach verzögerter Anlassbehandlung
- Standzeitverlängerung von Förderbändern in Durchlauföfen
- Rissbildung im Martensit
- Untersuchung der Doppelschichtbildung beim Nitrieren
- Einfluss von Phosphatschichten auf die Eigenschaften nach dem Einsatzhärten
- Untersuchungen des anormalen Kornwachstums borlegierter Einsatz- und Vergütungsstähle
- Einfluss der Chargierdichte auf das Zähigkeitsverhaltens des Kaltarbeitsstahls X153CrMoV12, 1.2379
- Ringversuch zur Bestimmung der Einsatzhärtungstiefe (CHD) und der Nitrierhärtetiefe (NHD)
- Untersuchung der modul- und werkstoffabhängigen Einsatzhärtungstiefen sowie deren Korrelation zu Mitfahrproben
- Dem Wasserstoff auf der Spur - Ringversuch zur Messung der Aufnahme von Wasserstoff in Wärmebehandlungsprozessen.

Außerdem steht unser Anwendungsinstitut den Mitgliedern des T.F.W.W. bei technischen Fragestellungen kompetent zur Seite. Bei allen Untersuchungen und Beratungsleistungen durch uns erhalten Mitglieder Sonderkonditionen. Regelmäßig werden für Mitglieder kostenfreie Ringversuche zu Härteprüfungen und metallographischen Untersuchungen durchgeführt.

ATM Qness GmbH Geschäfsführer Reinhard Gruber und Sales Director Frank Blecker zusammen mit den Referenten.

QATM begeistert auf der 12. Materialographie-Fachtagung „Quality 2021"

Im vergangenen Jahr schlossen sich die führenden Hersteller für Materialographie (ATM) und Härteprüfung (Qness) zu einer Marke - QATM - zusammen. Das Unternehmen bietet neben einer großen Bandbreite an Geräten auch Komplettlabore, Software und Verbrauchsmaterialien für die Werkstoff- und Härteprüfung an. Die QATM Produkte zeichnen sich durch höchste Qualität, Flexibilität und Innovation aus.

Nach einer pandemiebedingten Pause im letzten Jahr freuten sich die Mitarbeiter der ATM Qness GmbH in Mammelzen sehr, dass die in Materialographiekreisen sehr beliebte Fachtagung und Hausmesse „Quality" in diesem Jahr zum 12. Mal stattfinden konnte. Die Gesundheit aller Mitarbeiter und Besucher hatte für die Organisatoren der Fachtagung oberste Priorität. Deshalb wurde während der ganzen Veranstaltung ein strenges Hygienekonzept eingehalten, welches mit dem örtlichen Gesundheits- und Ordnungsamt eng abgestimmt war.

So nutzten an zwei Tagen über 100 Besucher die Gelegenheit, die Firma kennenzulernen, von interessanten Fachvorträgen renommierter Referenten zu profitieren und sich von dem kompetenten Team vor Ort beraten zu lassen. Zu den namhaften Referenten gehörten u.a. Prof. Dr. Michael Pohl von der Ruhr-Universität in Bochum, Prof. Dr. Hadi Mozaffari-Jovein von der Hochschule Furtwangen, Prof. Dr. Peter Sommer von der Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH, Prof. Dr. Hans-Jürgen Christ von der Universität in Siegen, Siegfried Schider von der voestalpine Servicegesellschaft aus Leoben und Prof. Dr. Frank Mücklich von der Universität des Saarlandes. Thematisch wurden insbesondere die aktuellen Themen rund um die Schadensanalyse, Werkstoffnormen und Materialermüdung behandelt.

Aber auch eigene Mitarbeiter der ATM Qness GmbH konnten mit Fachvorträgen die Veranstaltung bereichern. So referierte der Vertriebsmitarbeiter Mathias Boss über das äußerst spannende und zukunftsweisende Thema der materialographischen Probenbearbeitung additiv gefertigter Bauteile. Software-Entwickler Christian Wagner stellte die innovativen Analyse- und Härteprüfgeräte der ATM Qness GmbH vor, insbesondere das inverse Makroskop „Qeye".

Praxisorientierte Beiträge mit Tipps und Anregungen zur Probenbearbeitung rundeten die Veranstaltung ab.

Die Quality Fachtagung bot auch in diesem Jahr die Möglichkeit, das komplette Geräte- und Verbrauchsmaterialprogramm der ATM Qness GmbH kennenzulernen. Das neu eingerichtete Labor war für einen umfassenden Einblick komplett und mit den aktuellen Innovationen ausgestattet und durch eine zusätzliche Ausstellungsfläche erweitert. Ein Highlight war u.a. die Präsentation eines innovativen Projektes, welches in Zusammenarbeit mit der Gebhardshainer Firma Autec entstanden ist. Präsentiert wurde eine automatisierte Probenbearbeitung durch Einsatz eines kollaborierenden Roboters, „Cobot" genannt, in dessen Umfeld Mensch und Maschine zusammen und sicher arbeiten können. Die ATM Qness GmbH freute sich, auch eigene aktuelle Neuentwicklungen zeigen zu können. Dazu gehören u.a. die neuen „Qpol"-Schleif- und -Poliermaschinen und das einzigartige, lichthärtende Einbettgerät „Qmount".

Ein entspannendes Dinner mit musikalischer Begleitung von Franz White rundete die Veranstaltung ab.

Die Besucher hatten die Möglichkeit, zwischen den Fachvorträgen die Ausstellung zu besuchen.

Insbesondere nach den langen Monaten ohne Präsenzveranstaltungen schätzten sowohl die Besucher als auch die Mitarbeiter und Referenten die Möglichkeit, sich fachlich und persönlich auszutauschen. Alle Mitarbeiter, Referenten und Gäste sind froh, dass diese beliebte Veranstaltung so stattfinden konnte und freuen sich schon jetzt auf die nächste Quality-Fachtagung die vom 09.-10.11.2022 stattfinden wird.

QATM
QUALITY ASSURED

NEU

Qgrind XL

DAS NEUE PLANSCHLEIFGERÄT:
LEISTUNGSSTARK, SCHNELL
UND EFFIZIENT

- Robustes Design und leistungsstarke Antriebe für **sehr schnelle Präparationsergebnisse** – auch für hohen Probendurchsatz
- **Genaue und reproduzierbare Ergebnisse** dank elektronischem Kraftmesssystem und automatischer Abtragsmessung
- Automatischer Diamantabrichter und **optionale Reinigungstation**
- **Intuitive Benutzeroberfläche**

ATM Qness GmbH · Emil-Reinert-Str. 2 · 57636 Mammelzen · Tel. +49 2681 9539-0 · info@qatm.com · www.qatm.com

part of VERDER scientific

QATM
QUALITY ASSURED

QATM ist ein weltweit führender Hersteller von Maschinen für die Materialographie (Metallographie) in der Qualitätsprüfung mit 165 Mitarbeitern. Wir bieten unseren Kunden nicht nur die passenden Einzelgeräte, sondern auch Komplettlabore und Verbrauchsmaterialien.

SIE SIND

– MITARBEITER ANWENDUNGSTECHNIK (M/W/D)
– PRODUKTMANAGER (M/W/D)
– MITARBEITER IM VERTRIEB (M/W/D)

SIE HABEN EINIGES ZU BIETEN!? WIR AUCH!

- Kommunikation auf Augenhöhe – Vom Azubi bis zum Geschäftsführer. **Wir sind alle per Du!**
- Wir bieten eine attraktive Gleitzeitregelung. **Denn wir lieben unsere Arbeit, aber es soll Zeit bleiben für alles, was sonst noch wichtig ist!**
- Eine leistungsgerechte, erfolgsorientierte Bezahlung mit jährlichen Gehaltssteigerungen, Betriebliche Altersvorsorge und vermögenswirksame Leistungen. **Ihr Einsatz wird belohnt!**
- 24h Unfallversicherung und betriebliche Krankenzusatzversicherung für alle gesetzlich versicherten Mitarbeiter. Regelmäßige Besuche durch unseren Betriebsarzt und verschiedene Sportangebote. **Denn Ihre Gesundheit liegt uns am Herzen!**
- Geld- und Sachprämien zu besonderen persönlichen Anlässen. **Sie und Ihre Familie sind uns wichtig!**
- Eine Kantine im Gebäude mit bezuschusstem, gesundem und abwechslungsreichem Essen, frisches Obst und Getränke. **Alles für Ihr leibliches Wohl!**

Für unseren Standort in Mammelzen suchen wir Persönlichkeiten, die etwas bewegen wollen. Weitere Informationen zu unseren Stellen finden Sie auf www.qatm.de/jobs. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

ATM Qness GmbH · Emil-Reinert-Str. 2 · 57636 Mammelzen · Tel. +49 2681 9539-0 · info@qatm.com · www.qatm.com
Personalabteilung Frau N. Bonkass

part of VERDER scientific

Wärmebehandlung des Stahls

Grundlagen,
Verfahren und Werkstoffe

Dr. Volker Läpple
Verlag Europa Lehrmittel, Haan 2020
12. aktualisierte und erweiterte Auflage, 328 Seiten, A5, Broschiert
Preis: 30,70 €
ISBN 978-3-8085-1829-8

Ein Buch aus einem Verlag, in dem der Begriff „Lehrmittel" enthalten ist, wird mitunter bei wissenschaftlichen Arbeiten leicht übersehen. Dabei ist der Europa Verlag inzwischen bei den Experten aus unterschiedlichsten Fachgebieten für die inhaltliche Qualität seiner Lehrbücher bekannt.

Deshalb weisen wir auch ganz besonders auf dieses hervorragende Buch hin, das inzwischen in der 12. Auflage erschienen ist. Es bietet eine sehr moderne Zusammenfassung der wissenschaftlichen und technischen Beschreibung der Wärmebehandlung des Werkstoffs Stahl. Wir selbst nutzen dieses Lehrbuch seit vielen Jahren und geben es allen Teilnehmern unserer Wärmbehandlungsseminare als zusätzliche Informationsquelle an die Hand.

Das Buch ist mit seinem Inhalt so umfangreich, dass man fast vermuten könnte, es sei für die Lehre z.B. des Werkstoffprüfers mit Schwerpunkt Wärmebehandlungstechnik zu umfangreich. Aber das Buch ist einfach unbeschreiblich gut und in der Klarheit seiner Texte vorbildlich.

Einfach, kurz und verständlich werden auf nur 256 Seiten die Kapitel „Grundlagen der Metallkunde", „Eisenwerkstoffe", „Stahlnormung", „Einführung in die Wärmebehandlung der Stähle", „Glühen", „Härten", Anlassen und Vergüten „Verfahren des Oberflächenhärtens" und auch „Verhaltensregeln und Vorsichtsmaßnahme zum Schutz der Gesundheit" übersichtlich, klar verständlich und ausreichend umfassend beschrieben.

Durch seinen Aufbau eignet sich dieses Buch nicht nur für die Ausbildung, sondern auch als schnelles Nachschlagewerk für das Selbststudium in der Praxis. Die Neuauflage wurde in Details noch einmal überarbeitet, um die Inhalte noch besser begreifbar zu machen. Zu dem aktuellen Preis wird sich kaum ein ähnlich umfassendes Buch zu diesem Thema finden lassen.

Technische Thermodynamik

Theoretische Grundlagen
und praktische Anwendungen

Günter Cerbe, Gernot Wilhelms
Carl Hanser Verlag, München, Leipzig 2021
19. überarbeitete Auflage, 608 Seiten, A5, Broschiert
Preis: 34,99 €
ISBN 978-3-446-46519-0

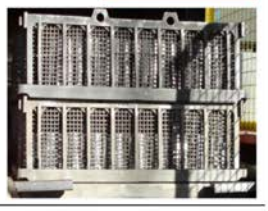
In diesem Fachbuch werden die Grundlagen der technischen Thermodynamik erläutert. Die nun vorliegende 19. Auflage schließt dabei im Wesentlichen an die vorherige Auflage an. Lediglich kleinere redaktionelle Inhalte wurden überarbeitet. Zu Beginn des Buches erläutern die Autoren die grundsätzlichen Zusammenhänge anhand des idealen Gases. Im weiteren Verlauf wird danach auf die realen Stoffe eingegangen.

Im Mittelpunkt stehen technische Anwendungen. Thermische Maschinen und Anlagen, Stoffgemische, Strömungsvorgänge, Wärmeübertragung und andere korrespondierende Thematiken werden unter diesem Blickwinkel betrachtet. Dies geschieht in neun aufeinander aufbauenden Kapiteln: - Grundlagen der Thermodynamik, - Erster Hauptsatz der Thermodynamik, - Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, - Das ideale Gas in Maschinen und Anlagen, - Der Dampf und seine Anwendungen in Maschinen und Anlagen, - Gemische, - Strömungsvorgänge, - Wärmeübertragung, - Energieumwandlung durch Verbrennung und in Brennstoffzellen. In allen Kapiteln finden sich Aufgaben und Kontrollfragen, die helfen sollen, das gerade Gelesene weiter zu vertiefen.

Ergänzt werden die neun Kapitel am Ende des Buches durch die Lösungsergebnisse der Aufgaben und die Musterantworten auf die Kontrollfragen. Ein Anhang mit Nachweisen von Quellen und verwendeten Unterlagen und mit häufig benutzten Tabellen sowie ein umfangreiches Sachwortverzeichnis runden das Buch ab.

Dieses Buch ist nicht nur für Studierende gedacht, die sich in die Materie einarbeiten wollen. Es ist vielmehr ein wertvolles Hilfsmittel für die Praxis aller, die in ihrer täglichen Arbeit mit der Thermodynamik zu tun haben. Aufgrund der tiefgehenden Erläuterungen und des Umfangs an Informationen verlangt das Buch eine gewisse Beharrlichkeit beim Durcharbeiten, wenn man sich nicht nur auf das Studium der Sachworte beschränken will.

HOCHWERTIGE CHARGIERGESTELLE AUS CHINA
RONGHAN

Wir, **die Shanghai Ronghan Business Consulting,** sind ein internationales Handelsunternehmen mit Sitz in Shanghai /China. Unser Hauptgeschäft sind hochwertige Chargiergestelle (Körbe, Grundroste und spezielle Sonderformen), Ersatzteile sowie relevantes Zubehör für Deutschland und Europa. Die Produkte werden nach europäischem Standard hergestellt. Unsere Kunden in Deutschland und Europa profitieren von hoher Qualität, günstigem Preis und schneller Lieferung.

Ihr Kontakt zu uns:
+49-173-481 5590
Shanghai Ronghan Business Consulting Co., Ltd.
Room 302, Unit 40, Lane 158, Baocheng Road,
Xinzhuang Town, Minhang District, Shanghai (Zip code: 20 11 99), PRC.
Ihr Kontakt zu uns:
info.shrh@foxmail.com

SİSTEM TEKNİK
INDUSTRIAL FURNACES

SISTEM TEKNIK ist eine der führenden Ofenhersteller weltweit auf dem Gebiet der Wärmebehandlung mit Hauptsitz in Istanbul. Seit 42 Jahren planen, entwickeln und produzieren wir maßgeschneiderte Anlagen, die auch den individuellsten Anforderungen unserer Kunden gerecht werden.

Unser Produkte sind in sechs Kontinenten und 35 Ländern, u.a. auch in Deutschland aktiv im Einsatz. Neben Aufstellung und Inbetriebnahme der Ofenanlagen bieten wir ebenfalls Services zur Anlagenwartung und Instandhaltung sowie Ersatzteilversorgung.

Unser Portfolio beinhaltet:

- Vakuumöfen
- Gas-Nitrieröfen
- LPC-Öfen
- Schubbodenöfen
- Band-Durchlauföfen
- Feuerwiderstandsprüföfen
- Atmosphärengesteuerte Öfen
- Öfen zur Herstellung von Blattfedern

Hauptsitz:
Phone: +90 262 6582914
sales.steel@sistemteknik.com
Adress: TOSB Taysad Organize San. Böl. 1.Cad.
15. Yol No:1 Çayırova/KOCAELİ - 41420 TÜRKEI

Deutschland Büro:
Phone: +49 176 47348968
ibrahimaridogan@sistemteknik.com

www.sistemteknik.com

Ausbildung zur Wärmebehandlungsfachkraft - online

Nahezu seit der Gründung unseres Unternehmens führen wir die Seminarreihe „Was der Härter für seine Arbeit wissen muss" durch, die mit einer Prüfung zur Wärmebehandlungsfachkraft abschließt. Nutzen Sie diese Möglichkeit jetzt für die Aus- und Fortbildung Ihrer Mitarbeiter und vertrauen Sie auf unsere über 30-jährige Erfahrung in der praxisbezogenen Ausbildung.

Seit diesem Frühjahr bieten wir diese Ausbildung in einer Online-Präsentation zu zwei Blöcken mit jeweils acht Lerneinheiten an. Der große Vorteil dieser Ausbildung ist die völlige Unabhängigkeit von irgendwelchen Zeiten oder zeitlichen Vorgaben. Jeder Teilnehmer bearbeitet die Lerneinheiten mit dem ihm eigenen Lerntempo dann, wann es ihm zeitlich passt.

Online-Präsentation Block 1 - Grundbegriffe der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung

Mitarbeiter nach einer beruflichen Neu- oder Erstorientierung erlernen in diesem Block praxisbezogen die Grundlagen der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung. Während der erfahrene Praktiker bereits mit vielen Begriffen seit Jahren umgeht, ist für den Neueinsteiger nicht nur die Materie neu, sondern jeder Begriff hat einen gewissen Neuigkeitswert.

Wir vermitteln in acht Vorträgen von max. 90 Minuten das Basiswissen für die Ausbildung zur Wärmebehandlungsfachkraft.

1. **Aggregatzustände und Umwandlungsvorgänge**
2. **Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm**
3. **Unlegierte und legierte Stähle**
4. **Härteprüfung**
5. **Glühverfahren**
6. **Härten, Anlassen, Vergüten**
7. **Öfen zur Wärmebehandlung**
8. **Wärmebehandlungsanweisungen**

Die Online-Vorträge werden durch acht Begleit-Lehrbriefe mit Übungsaufgaben ergänzt. Zu jeder Lerneinheit erfolgt eine Überprüfung des erlernten Wissens.

Die Abschlussprüfung am Ende des Blocks soll Auskunft darüber geben, ob der Mitarbeiter die Grundbegriffe der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung verstanden hat.

Online-Präsentation Block 2: Prozesse und Verfahren der Wärmebehandlung

Die Wärmebehandlung der Stähle trägt in erheblichem Maße zur Realisierung von Eigenschaften und Standzeiten an Bauteilen bei. Nicht selten ist die sachgerechte Wärmebehandlung dabei auch der dominierende Faktor.

Die ständig steigende Forderung nach höherer Produktqualität und die Konstanz dieser Qualität führen dazu, dass sich die mit der Wärmebehandlung betrauten Mitarbeiter und Personen ständig fortbilden müssen. Aufgrund der mitunter sehr komplizierten Zusammenhänge zwischen Werkstoff, Werkstück und Ofenanlage reicht es längst nicht mehr aus, immer wieder auf altbewährte Rezepturen zurückzugreifen.

Dieser Block vermittelt ein fortgeschrittenes Wissen über die Vorgänge bei der Wärmebehandlung und stärkt das kritische Bewusstsein über die eigene Arbeit. Die Kenntnisse des Blocks 1 werden dabei vorausgesetzt.

In acht weiteren Vorträgen von max. 90 Minuten erweitern wir das Basiswissen mit folgenden Themenschwerpunkten.

9. **Qualität und Sorgfalt in der Wärmebehandlung**
10. **Einsatzhärten Teil 1: Reaktionsgleichgewichte**
11. **Einsatzhärten Teil 2: Atmosphären und deren Regelung**
12. **Einsatzhärten Teil 3: Fallbeispiele und Simulationsberechnungen**
13. **Werkzeugstähle und deren Wärmebehandlung**
14. **Nitrieren und Nitrocarburieren**
15. **Randschichthärten**
16. **Verzug und Maßänderung**

Die Online-Vorträge werden durch acht Begleit-Lehrbriefe mit Übungsaufgaben ergänzt. Zu jeder Lerneinheit erfolgt eine Überprüfung des erlernten Wissens.

Die Abschlussprüfung am Ende des Blocks soll Auskunft darüber geben, ob der Mitarbeiter die wesentlichen Prozesse und Verfahren der Wärmebehandlung verstanden hat.

Abschluss

Nach erfolgreichem Abschluss aller Lerneinheiten folgt die Anmeldung zur Abschlussprüfung. Für ein auszuwählendes Wärmebehandlungsverfahren erhält jeder Teilnehmer Proben zur eigenen Behandlung und Untersuchung. Die Abschlussprüfung zur Wärmebehandlungsfachkraft findet in einem Online-Meeting statt.

Nach der bestandenen Abschlussprüfung übersenden wir die entsprechende Urkunde.

Teilnahme

Diese Ausbildung ist zeitunabhängig und kann somit jederzeit begonnen werden. Nach der Anmeldung erhält der Teilnehmer den Zugang zum ersten Online-Vortrag als Link und den begleitenden Lehrbrief im PDF-Format.

Nach der Anhörung des Vortrags bearbeitet der Teilnehmer die Übungs- und Prüfungsaufgaben. Dabei kann er den begleitenden Lehrbrief zur Unterstützung heranziehen. Anschließend sendet er die Prüfungsaufgaben zur Beurteilung an uns zurück.

Der Teilnehmer entscheidet selbst, wann er den nächsten Online-Vortrag hören will. Dieser wird ihm dann nach Abruf mit dem nächsten begleitenden Lehrbrief zugeschickt.
Der Preis für diese Ausbildung beträgt pro Ausbildungsblock 1.625,- Euro zuzgl. MwSt.

Info: https://werkstofftechnik.com/seminare/online-praesentation-haerter

Messekalender 1/2022

Aufgrund der aktuellen dynamischen Situation in Bezug auf Covid-19 (Corona-Virus) werden Messe- und Veranstaltungstermine nahezu täglich verschoben oder auch abgesagt. Bitte informieren Sie sich deshalb auf den Internetseiten der Aussteller, ob die von Ihnen favorisierte Veranstaltung zum angegebenen Termin stattfindet.

16.-17. Februar 2022 - in Dortmund
PUMPS & VALVES
Fachmesse für industrielle Pumpen, Armaturen und Prozesse

16.-17. Februar 2022 - in Dortmund
SOLIDS
Fachmesse für Granulat-, Pulver- und Schüttguttechnologien

08.-10. März 2022 - in Bern / Schweiz
BLE.CH
Fachmesse für spanfreie Metall- und Stahlbearbeitung

15.-18. März 2022 - in Augsburg
Grindtec
Internationale Fachmesse für Schleiftechnik

30.-31. März 2022 - in Dortmund
maintenance
Leitmesse für industrielle Instandhaltung

25.-29. April 2022 - in Hannover
Hannover-Messe
Internationale Industriemesse

26.-29. April 2022 - in Karlsruhe
Paint
ExpoInternationale Leitmesse für industrielle Lackiertechnik

03.-06. Mai 2022 - in Stuttgart
Control
Internationale Fachmesse für Qualitätssicherung

05.-06. Mai 2022 - in Münster
Deutscher Giessereitag
Fachtagung für Giessereitechnik

20.-24. Juni 2022 – in Düsseldorf
Tube
Weltleitmesse der Rohrindustrie

20.-24. Juni 2022 – in Düsseldorf
Wire
Internationale Fachmesse für Draht und Kabel

PRESSE INTERNAT.
ALLEMAGNE Port payé

Aktuell: In der Cloud! Datenbank StahlWissen®

Plattformübergreifende Browserlösung
Globaler Zugriff auf alle Werkstoffdaten

- Internationaler Stahlvergleich
- Aktuelles Fachnormenverzeichnis
- 65000 Werkstoffe mit Analysen
- 5000 Fachdatensätze mit mechanischen Eigenschaften und Wärmebehandlungsangaben
- 8000 technische Diagramme u.a. mit ZTU-Schaubildern
- Wärmebehandlungssimulationen und vieles mehr

Werkstofftechnik
Dr. Sommer